

Mars: Kolonisierung



Florian Weise

Adresse: Solinger Str. 21

42349 Wuppertal

Deutschland

Email: weise.florian@gmx.de

Carl-Fuhlrott-Gymnasium, Wuppertal

Jahrgangsstufe Q1

Projektarbeit im Projektkurs Astronomie 2018/2019

Kursleiter: Bernd Koch

Abgabedatum: 29.05.2019

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Bildbearbeitung	4-18
3	Mars	19
3.1	Abstract	19
3.2	Monde	19/20
3.3	Wichtige Daten	20
4.	Marsoberfläche	21
4.1	Zusammensetzung	21-22
4.2	Wasservorkommen	22
5	Atmosphäre	22
5.1	Druck	23
5.2	Klima	23
5.3	Wetter	24
5.3.1	Sandstürme	24-25
5.3.2	Schnee	25
4	Voraussetzungen	25
4.1	Faktoren	26
4.1.1	Sauerstoff	26
4.1.2	Nahrung	26
4.1.3	Landwirtschaft	27
4.1.4	Wasser	27
4.1.5	Strahlung	27
4.2	Technik	28
4.2.1	Lebenserhaltung	28
4.2.2	Raketentechnik	28

	4.2.3	Energiegewinnung	28-30
	4.2.4	Raumanzüge	30
5		Kolonialisierung	31-32
6		Literaturverzeichnis	33-34
7		Abbildungsverzeichnis	35
8		Abschlussklärung	36

1 Einleitung

Der Mars ist nicht nur ein Planet unseres Sonnensystems. Er verkörpert unseren Wunsch nach Expansion. Die Besiedlung des Weltalls. Es gibt viele Filme und Spiele, die sich mit diesem Thema beschäftigen. Auch in der Frühzeit beschäftigten sich die Menschen mit dem Mars. Aufgrund seiner roten Färbung wurde er bald zum Symbol des Krieges in den verschiedensten Mythologien.

Schon früh wurde der Mars zum Teil unserer Kultur und unseres Lebens, sowohl damals wie auch heute, jedoch heute in anderer Form. Früher war der Mars ein Sinnbild, ein Gott, welchen man anbetete und Opfergaben darbrachte. Heute ist der Mars ein Teil unserer Zukunft.

Wir Menschen haben den Drang zu entdecken und zu erforschen. Jedoch wurde die Erde erkundet, doch ist noch längst nicht alles im Universum erforscht. Unser Wissensdurst führt uns zu neuen Planeten und neuen Herausforderungen. Da wir bereits auf dem Mond gelandet sind ist der nächste Planet an der Reihe. Der Mars gehört zu den meist erforschten Planeten im Sonnensystem und ist der Erde am ähnlich.

Im Gegensatz zur Mondlandung möchte der Mensch einen Schritt weiter gehen und einen Planeten nicht nur betreten, sondern besiedeln.

Es waren bereits viele Rover auf dem Planeten und haben diesen erforscht. Nun soll der Mensch folgen.

Durch eine Kolonisation eröffnen sich der Menschheit neue Möglichkeiten, ihr Leben zu verändern. Durch eine Kolonisation könnte man die wachsende Population der Menschen senken, neue Lebensräume für den Menschen schaffen. Dies würde zu wachsendem Wohlstand führen und die Umwelt entlasten, welche mehr und mehr durch das Wachstum der Menschheit leidet.

Die Kolonialisierung des Mars wäre der erste Schritt zur Kolonisierung des Sonnensystems, welche zu neuen Möglichkeiten in der Erforschung des Universums und zu einer Verbesserung des Lebens führen könnten.

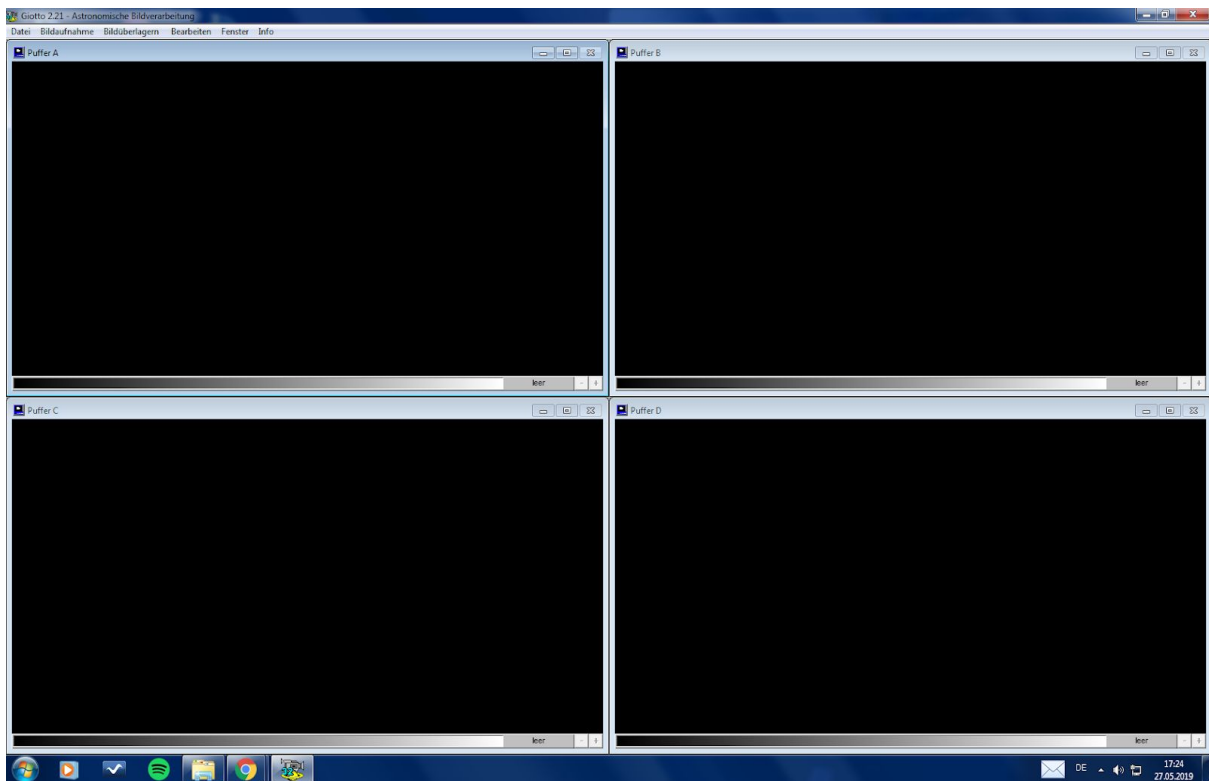
Diese Projektarbeit beschäftigt sich mit der Fragestellung, warum der Mars für eine Kolonialisierung geeignet ist, und wie dies funktionieren könnte.

1.1 Bildbearbeitung

Die einzige Möglichkeit den Mars von Nahem zu sehen, ist durch ein Teleskop. Da aber nicht jeder ein ausreichend starkes Teleskop besitzt, mit welchem man hohe und scharfe Auflösungen erzielen kann, versucht man dies auf anderem Wege. Dafür nutzt man das Stacking System. Für dieses Bildbearbeitungssystem nimmt man vom Mars ein Video. Diese sind zwar meistens verschwommen(Dies liegt an der dichten Erdatmosphäre und den Bewegungen des Teleskops),dennoch hat man eine große Anzahl an Bildern. Besonders daran ist, dass alle Einzelbilder zwar unscharf sind, aber vereinzelte scharfe Sequenzen haben. Ein Programm kann die scharfen Elemente herausfiltern und übereinanderlegen. Somit entsteht aus vielen unscharfen Bildern ein scharfes Bild.

Das von mir bearbeitete Video wurde am 3. März 2012 um 18 Uhr 40 aufgenommen und nahm 2,29 min auf.

Ich habe mich dazu entschieden, das Video mit dem Programm Giotto zu bearbeiten, dessen Interface man in Abbildung 1 sehen kann.



ÖäàÈKÖä•^ÁÖäãã } *Á^ã öäö Ác'æ&Á[} Öq ç ÈQÁ^} Á Á&@ æ: ^} Á^|ã^!} Ú~ ~^!ÁÖÁ
Ú~ ~^!ÁÖÁÚ~ ~^!ÁÖÁÚ~ ~^!ÁÖÁ } Áæ Á æ•ÁÖäÁ^æà^æ ç^!ã^} È
Á

Um das aufgenommene Video in das Programm hochzuladen muss man wie in der 2 Abbildung, Puffer A anklicken und unter der Option „Bild Überlagern“ in der Startleiste den Button „Überlagere Bilder automatisch...“ drücken.

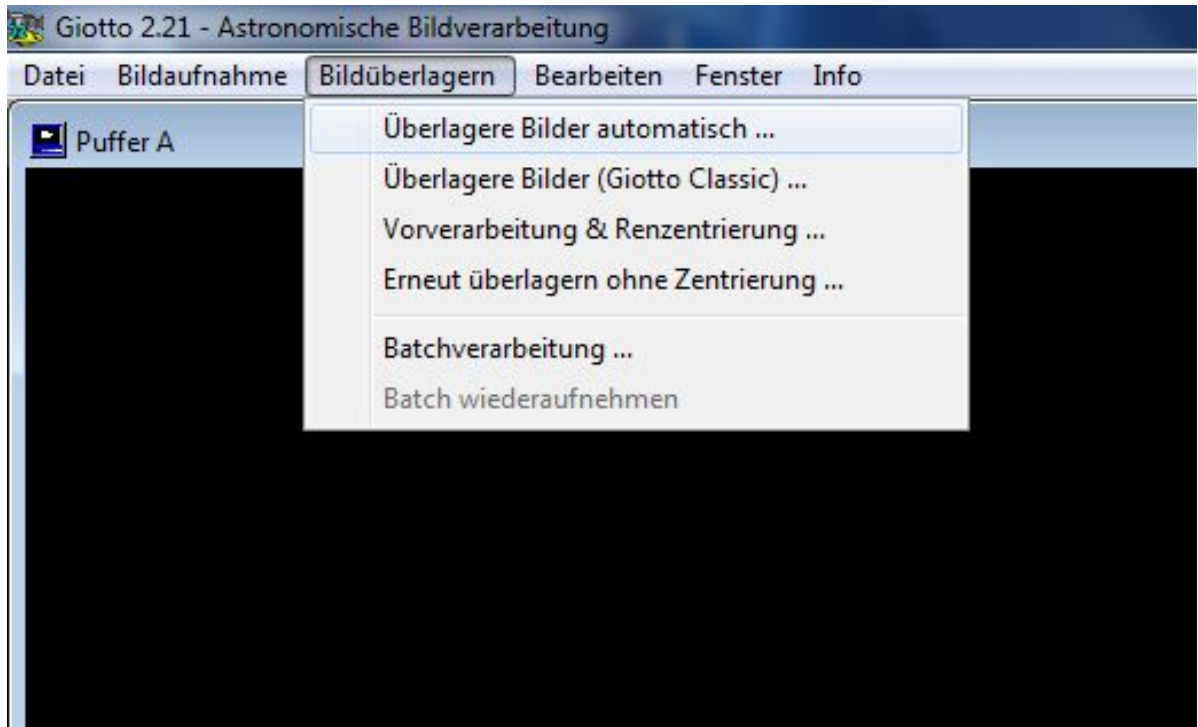
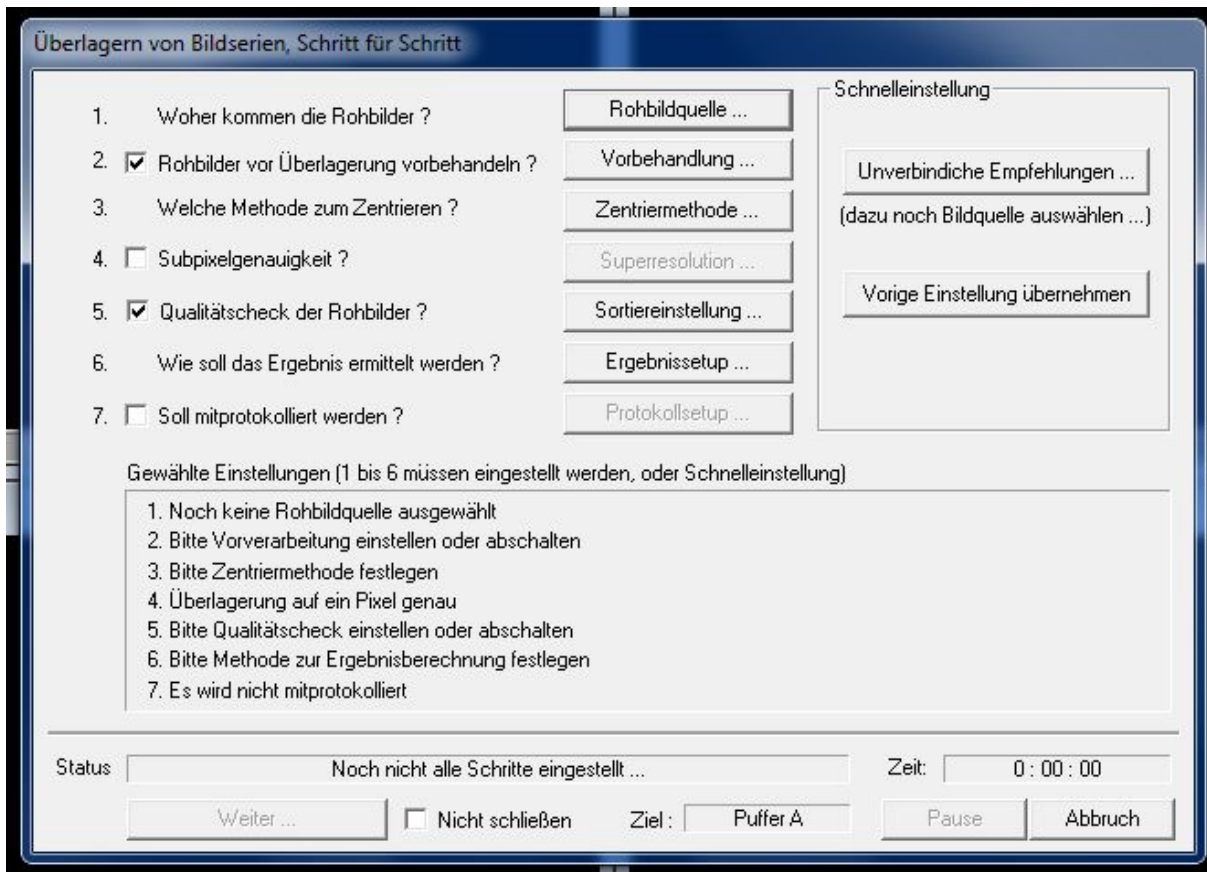


Abbildung 2: Screenshot des Giotto 2.21 Programms, das den Menüpunkt 'Bildüberlagern' zeigt.

Im nächsten Schritt müssen einige Einstellungen geändert werden. Die Videoquelle, die Anzahl der zu verarbeitenden Bilder, das gefilmte Objekt, die Qualität der Bilder und die Art des Endprodukts muss angegeben werden, damit das Programm funktioniert. Man muss darauf achten, dass die Informationen angegeben werden. Das bedeutet, dass jede Einstellung bestätigt werden muss. Dafür muss man wie in Abbildung 3 die Fragen beantworten.

Abbildung 3:



QaàÁñZ^ã óáæ Áqçí-æ&Á^!Áóâ>à^!æ^!~}*É

In der ersten Option muss man die Anzahl der Bildern angeben, die bearbeitet werden sollen. Für ein optimales Ergebnis sollten alle Bilder eines Videos genutzt werden, jedoch wirkt sich dies auf die Länge der Bearbeitung aus.

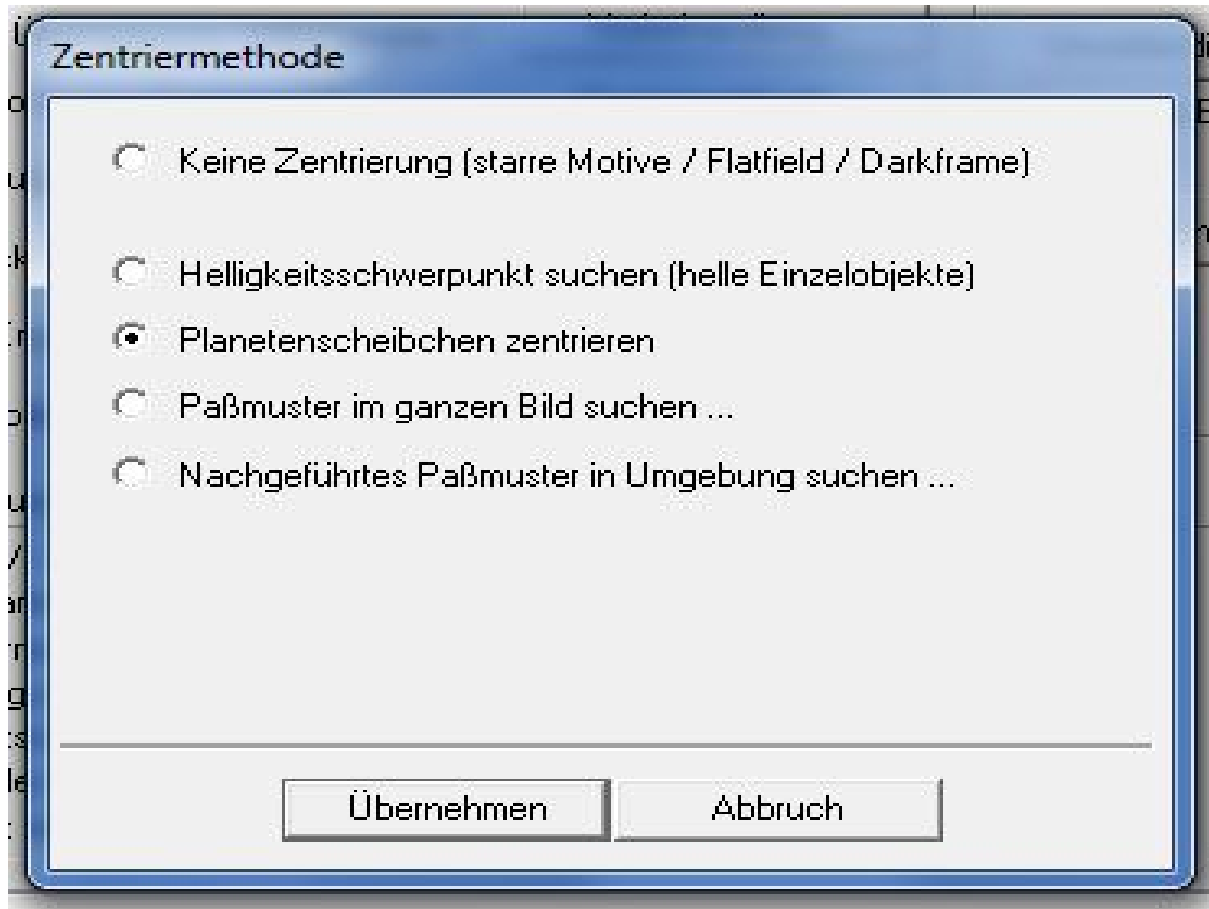
Zudem muss man die Kamera angeben, mit welcher das Video aufgenommen wurde, da für das Programm wichtig ist, ob es ein Interlacesignal gibt.

In Abbildung 4 sieht man, die Einstellungen für das in dieser Projektarbeit verwendete Mars Video. Das Mars Video wurde in einer AVI-File gespeichert und um ein klares Ergebnis zu erhalten, sollen beim Stacking alle Bilder verwendet werden. Zudem wurde das Video mit einer Videokamera aufgenommen(mit Interlacesignal).



CEàÈ KÖA Ög • c^|| } *^} Á>| Áæ Á Áá • ^! Á;| b\ çè^ ãé^!, ^} á^c • Áã^| È

Die Abbildung 6 zeigt, die einzelnen Frames sollen nach der Planetenscheibe zentriert werden. Dies ist der Ausgangspunkt, wie die Bilder später geordnet werden sollen.



0baäÄ KÖg • c||"} *^} Á>|ÄäÄ^} dā!{ ^c@á^} Ä

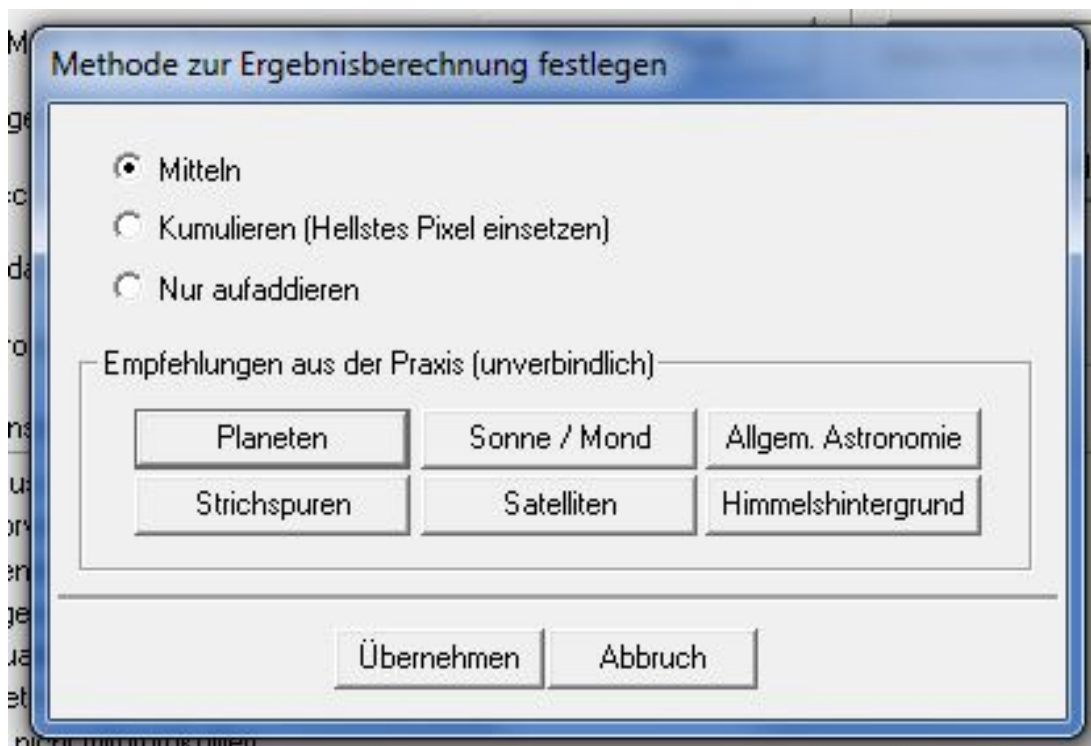
Die Einstellungen, wie sie in Abbildung 7 dargestellt sind, sind Video abhängig und müssen angepasst werden. Dies gilt jedoch nur für die „Praxisempfehlungen für Verwendungsrate(nicht verbindlich)“. Hierbei muss man bestimmen, wie extrem die Störelemente, z.B ruckeln, flackern, sind. Bei geringen Störelementen wählt man „Gutes Seeing“, bei vielen „Schlechtes Seeing“. Wenn man sich nicht sicher ist, sollte man immer mit „Mäßigem Seeing“ arbeiten.

Der Prüfausschnitt ist abhängig von dem aufgenommenen Objekt. Da in dieser Projektarbeit ein Mars Video bearbeitet wurde, wurde der Prüfausschnitt „Planeten“ gewählt.



0aàÈ KÖa Ög • c||} *^} Á^!Á~ aãe •]!>~} *È

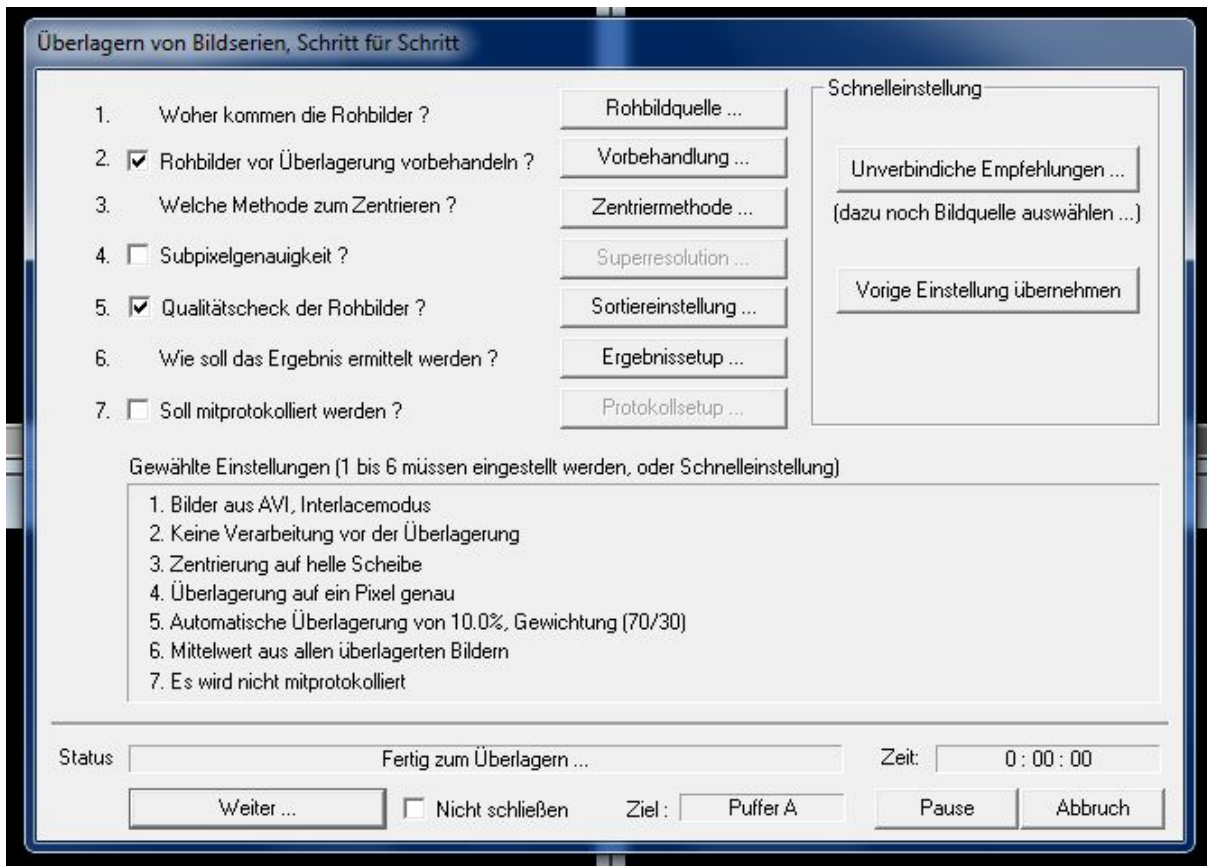
Auch die Ergebnisberechnung die in Abbildung 8 gezeigt wird, ist Objekt Abhängig. Demnach gilt für diese Projektarbeit das gleiche Prinzip. Da es sich hier um ein Mars Video handelt, erfolgt die Ergebnisberechnung nach einem Planeten.



0bàÈì KÖa Aq • d||~ } *^} Á^i/Ái*^à} ā à^/^&@~ } *È

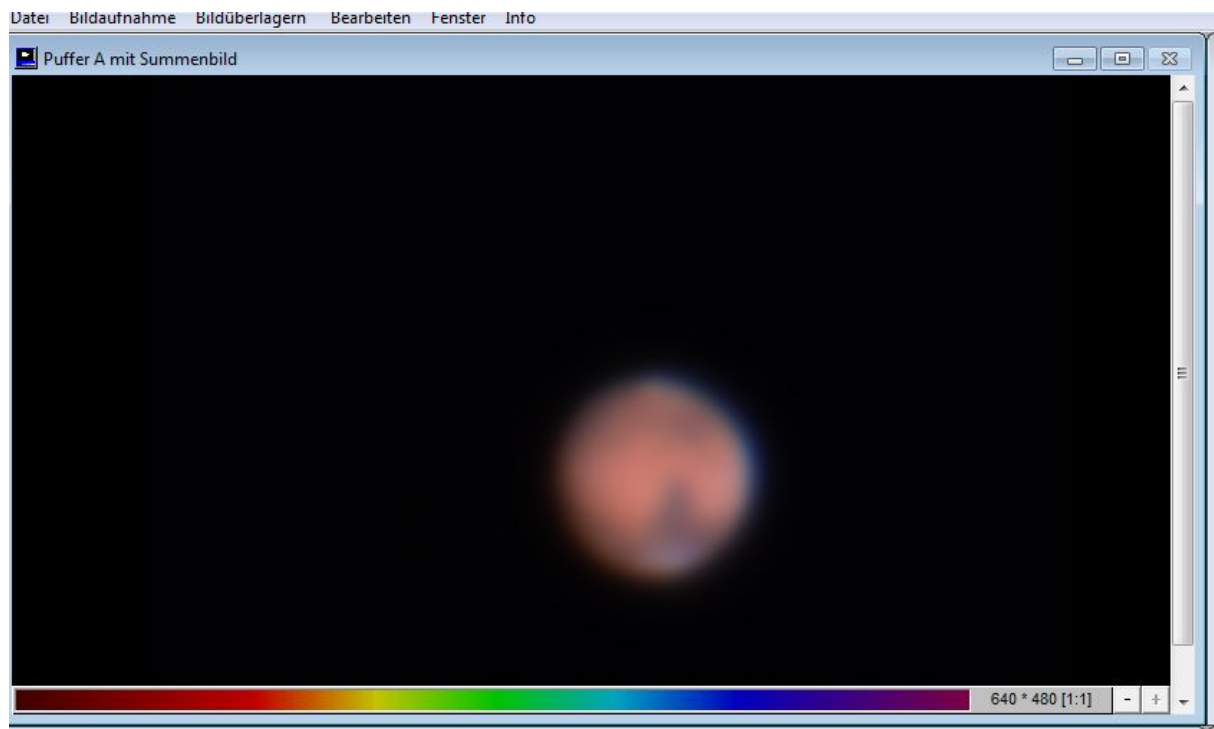
Wenn alle Einstellungen bestätigt wurden, erscheint wie in Abbildung 9 in der unteren-linken Ecke der „Weiter“-Button. Nach seiner Betätigung kann das Video ausgewählt werden.

Die Bearbeitung dauert eine gewisse Zeit abhängig von den spezifischen Anpassungen der einzelnen Einstellungen.



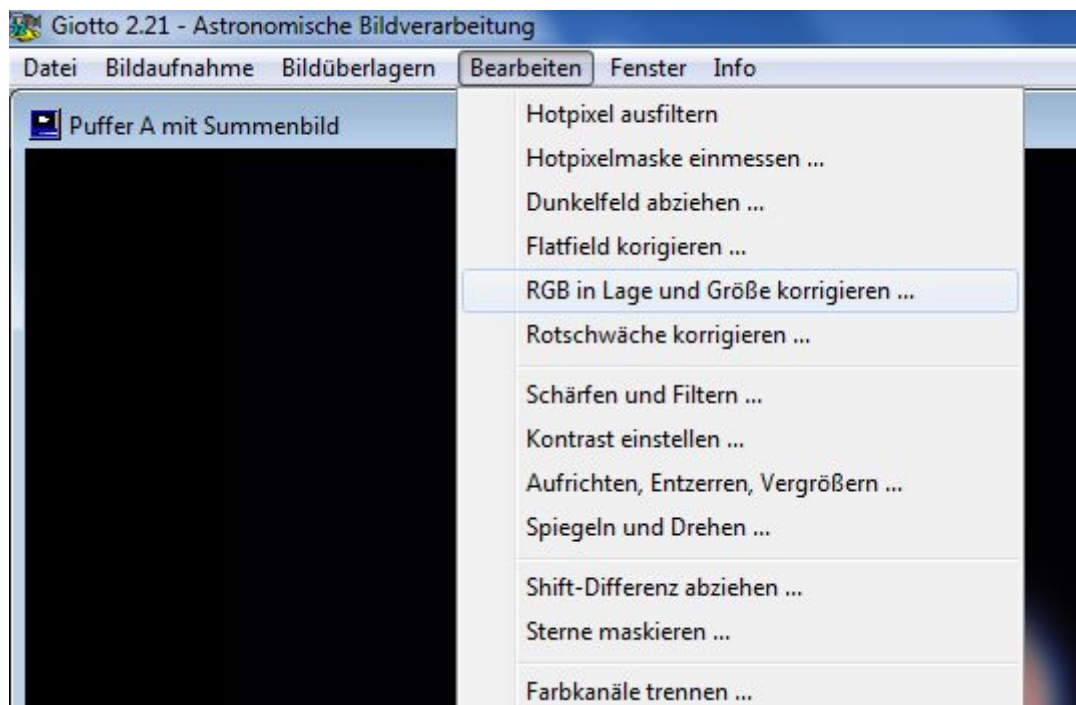
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z [\] ^ _ ` { | } ~ * ^ / \ ' } * ^ } É Á

Nach dem Abschließen der Korrekturen entsteht in Puffer A ein Bild, wie in der Abbildung 10. Dieses ist jedoch unscharf und weist farbige Ränder auf.



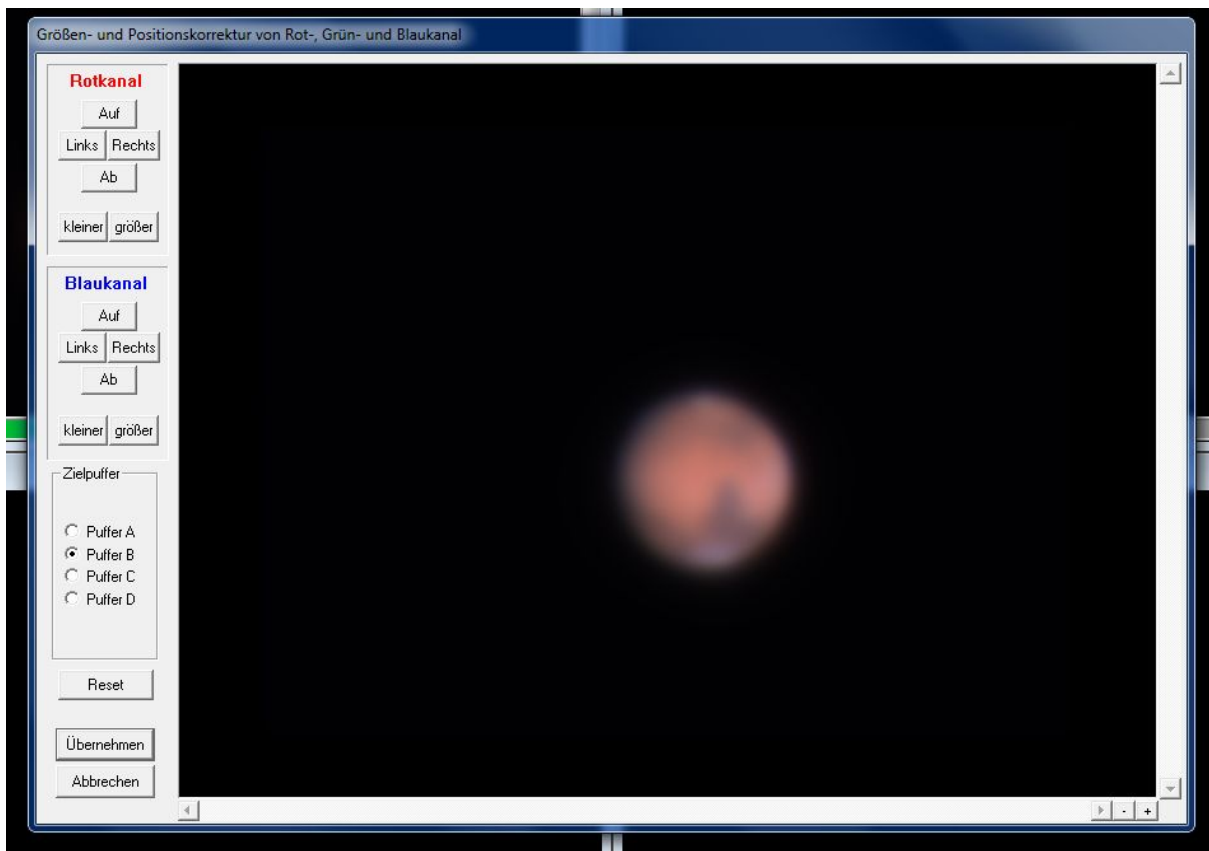
QaàFEKÖe Á^æàã^c^Áã^[Áp^ÓpáÁ Ú^~^!ÁEÄ

Für das entfernen der farbigen Ringe wählt man wie in Abbildung 11 unter „Bearbeiten“ die Option „RGB in Lage und Größe korrigieren...“.



0aàZFKÖAÖj •c||~} *^} Á~!Aöà!æ å[!!\c!ÉÁ

Um die Farbränder zu kaschieren nutzt man die Konsolen wie in Abbildung 11, um den Rotkanal und den Blaukanal so zu bewegen, dass sowohl rote, blaue und grüne Ränder verschwinden.



QāāÁFFKt} ā^i~} * Á^•ÁÜ[dĒ} ā/Ó|æ \ æ æ • Á ~ !Á^!{ ^ā~} * Á[] Á^!-é!à} *^} Ě

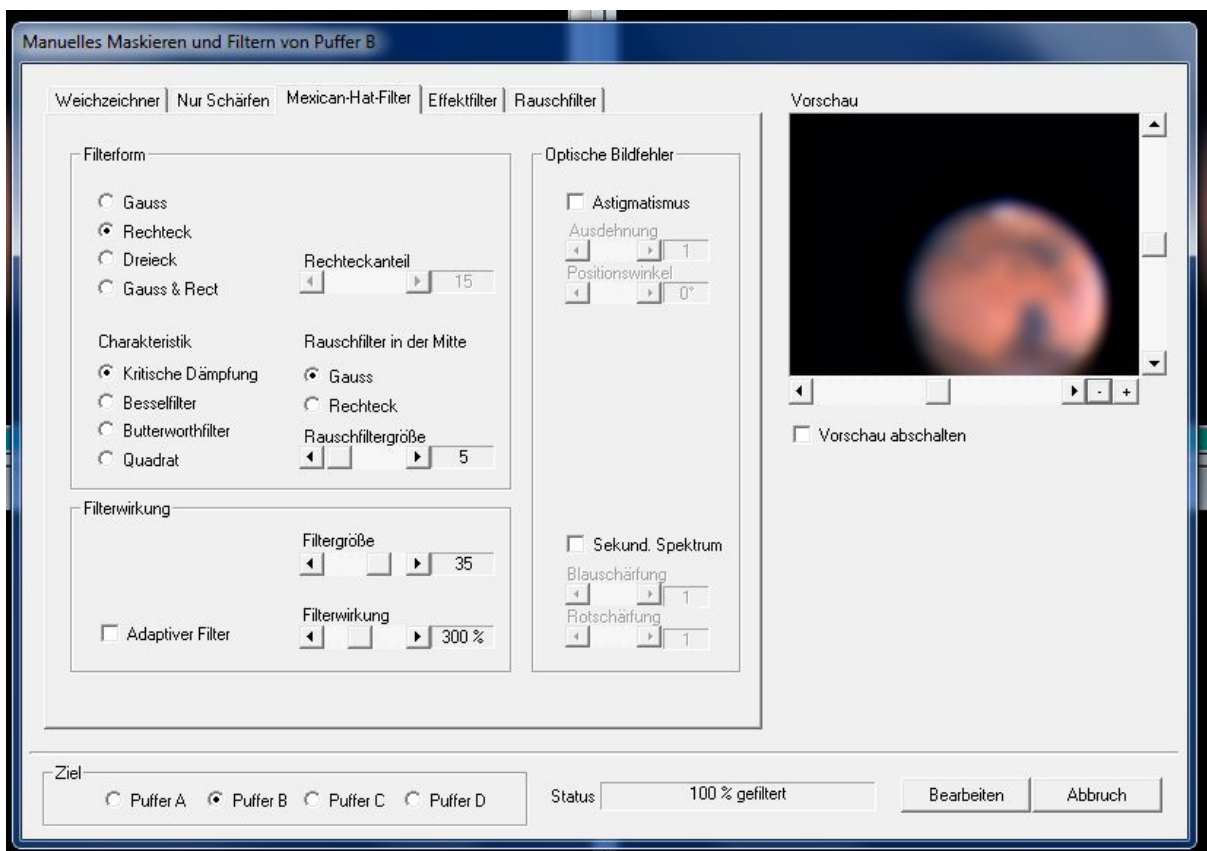
Um das Ergebnis erneut zu verbessern kann man mit Hilfe von Giotto das Bild durch die Einstellungen wie in Abbildung 12 schärfen.



ÄäÉFGÖaÄç•c||} *^} Á~{ Ä&@!-Δ} ÄÄ

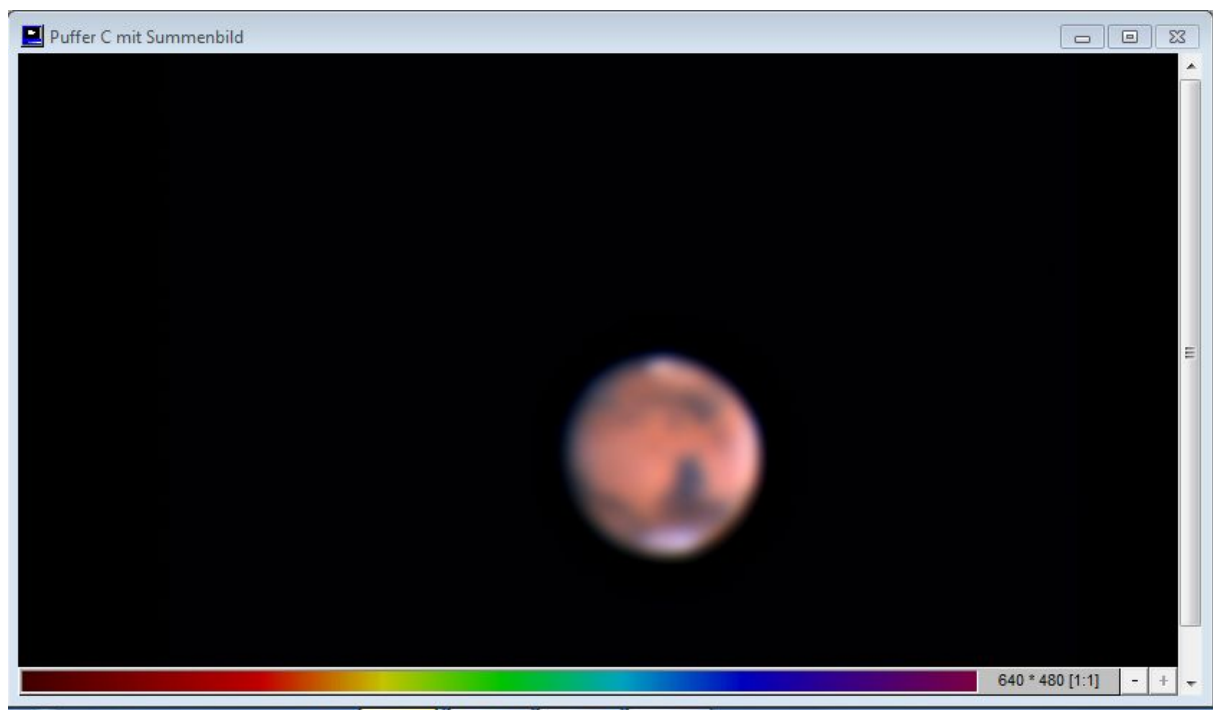
Á

Um das Bild zu schärfen muss man wie in der Abbildung 13 die Filterwirkung verändern und anpassen. Im Endresultat sollten keine hellen Ränder entstehen.



CaàÈHÖä • c||~} *^} Á~!Aäc, ä\~} *Á

Das Endresultat (Abbildung 14) kann am Ende gespeichert und für weitere Analysen genutzt werden.



Das Bild ist ein Summenbild, das aus mehreren Einzelaufnahmen erstellt wurde.

1 Mars

1.1 Abstract

Wir erkennen ihn bei klarem Himmel als rot leuchtenden Punkt. Wenn wir den Mars durch ein Teleskop betrachten, sehen wir seine rostrote Oberfläche. Wir erkennen grobe Felslandschaften und sich bewegende Stürme. Auch erkennt man die Pole an den weißen Eiskappen. Auf den ersten Blick scheint der Mars unserer Erde sehr ähnlich. Es gibt Berge, Täler, und Gräben. Was fehlt sind die großen Meere und die grünen Pflanzen.

1.2 Monde

Zudem begleiten den Mars zwei Monde. Phobos und Deimos.



0aàÈí KÚ@à[•Á

Sie wurden erst 1877 entdeckt, da sie mit einem Durchmesser von 22 km¹ und 12 km² mit bloßen Auge nicht zu sehen sind. Außerdem sind sie selbst mit einem Teleskop schwer zu erkennen. In ferner Zukunft wird der Mars jedoch seine Monde verlieren. Phobos wird mit dem Mars kollidieren, da sich seine Spiralbahn dem Mars nähert. Im Gegensatz dazu entfernt sich der Mond Deimos vom Mars und wird seine Umlaufbahn verlassen. Dies wird aber noch Milliarden von Jahren dauern³. Aufgrund ihrer Größe wirken die Monde nicht in einem so großen Maß auf den Mars ein wie unser Mond auf die Erde, welcher z.B die Erdrotation stabilisiert.⁴

1.3. Wichtige Daten

Der Mars ist neben der Venus unser direkter Nachbar und von der Sonne ausgehend der vierte Planet in unserem Sonnensystem. Mit einem Durchmesser von 6.792,4 km ist er kleiner, und mit einem Gewicht von $6,419 \cdot 10^{23} \text{ kg}$ ⁵ ein Zehntel leichter als die Erde. Da er von der Sonne 228 Millionen km entfernt ist und sie mit einer Orbitalgeschwindigkeit von ca. 24,13 km/s umkreist, dauert ein Jahr auf dem Mars 687 Tage und ein Tag ist 37 min länger als auf der Erde. Außerdem geringer als auf der Erde. Mit einer Fallbeschleunigung von $3,69 \text{ m/s}^2$ ist seine Anziehungskraft ein Drittel so stark wie die auf der Erde. Sein Atmosphärendruck von ca. $6 \cdot 10^{-3} \text{ bar}$ ist um ein vielfaches niedriger⁶.

¹ Phobos

² Deimos

³ <https://astrokramkiste.de/mars-monde>

⁴ <https://astrokramkiste.de/erdmond>

⁵ $6,419 \cdot 10^{23} = 64,19 \text{ Trillionen Tonnen}$

⁶ [https://de.wikipedia.org/wiki/Mars_\(Planet\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Mars_(Planet))

2. Marsoberfläche

Die Marsoberfläche weist eine rote bis bräunliche Färbung auf, und man sieht vereinzelt Eislandschaften.



Die Frage die sich jeder gestellt hat war, woher der Mars seine Färbung hat. Mit Hilfe von Raumsonden war es dem Menschen dann möglich, die Oberfläche des Mars zu analysieren um herauszufinden aus welchem Grund seine Oberfläche rostrot ist.

Die Frage die sich jeder gestellt hat war, woher der Mars seine Färbung hat. Mit Hilfe von Raumsonden war es dem Menschen dann möglich, die Oberfläche des Mars zu analysieren um herauszufinden aus welchem Grund seine Oberfläche rostrot ist.

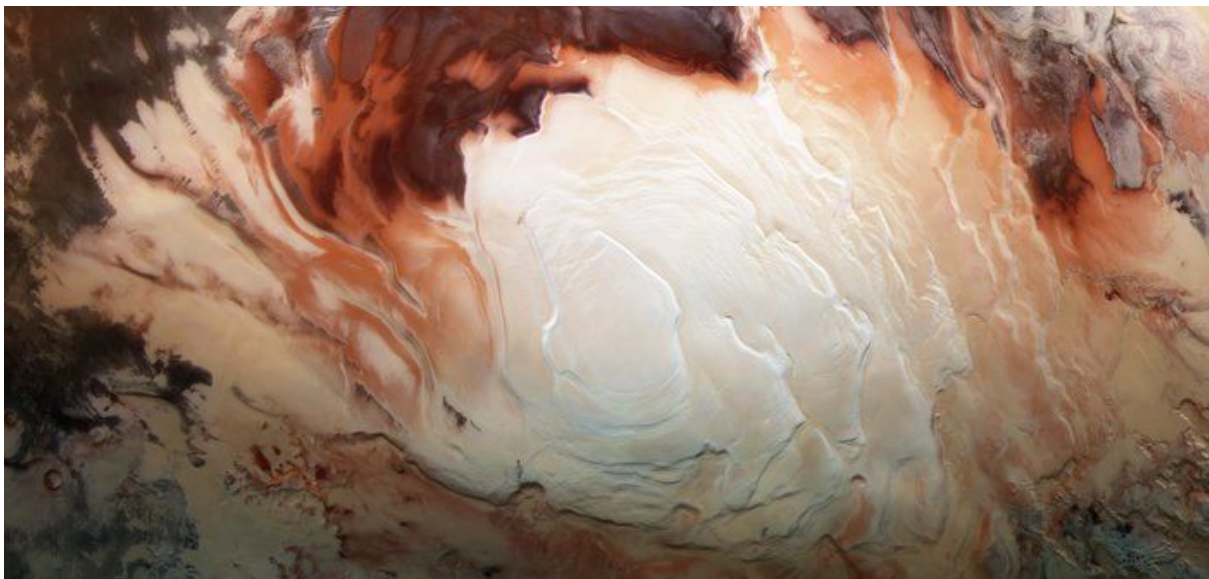
2.1 Zusammensetzung

Der Mars wird vor allem von Sand- und Geröllwüsten bedeckt. Analysen des Gesteins zeigen, dass der rote Sand oder Staub einen hohen Anteil an Eisen aufweist. Daraus lässt sich schließen, dass sich durch Verwitterung über Millionen von Jahren Eisenoxid (Rost)

gebildet hat. Daher kommt die rote Färbung des Marses.⁷ Zudem zeigen die Gesteinsanalysen, dass das Gestein vor allem silikatischen⁸ Ursprungs ist, was auf frühere vulkanische Aktivitäten schließen lässt.⁹

2.2 Wasservorkommen

Die Marsoberfläche ist mit Furchen und Rinnen durchzogen, wie auch die Abbildung 16 zeigt. Dies ist ein Hinweis auf fließendes Wasser. Jedoch ist es heute physikalisch nicht mehr möglich, dass auf dem Mars Wasser in flüssiger Form auf der Oberfläche vorkommen kann.¹⁰ Wasser kann daher nur an tiefen Orten oder unterirdisch vorkommen. Aufgrund der niedrigen Temperaturen kommt Wasser an der Oberfläche nur im festen Zustand vor, z.B. dem Planum Australe in der Südpolarregion.



CaàÁí kÖæ] ~ && Á äà^|o()>â] [|DÁ
Á

Innerhalb des Planeten könnte Wasser nur in flüssiger Form vorkommen, wenn der Siedepunkt des Wassers durch Mineralien so verändert wurde, dass das Wasser niedrigere Temperaturen aushält.

3 Atmosphäre

Jeder Planet in unserem Sonnensystem verfügt über eine Atmosphäre. Sie schützt vor Strahlung aus dem All. Dies ermöglichte erst das Leben auf der Erde. Die Atmosphärenzusammensetzung der Erde ist soweit einzigartig, da wir bislang keinen

⁷ <https://astrokramkiste.de/mars>

⁸ Si(OH)₄ sind Salze und Ester

⁹ <https://de.wikipedia.org/wiki/Marsgestein>

¹⁰ siehe Atmosphäre → Druck

Planeten gefunden haben, auf dem wir atmen könnten. Doch wie ist die Atmosphärenzusammensetzung auf dem Mars beschaffen und können wir dort überleben?

3.1 Druck

Eine Eigenschaft der Marsatmosphäre ist, dass sie immer weniger wird. Da der Mars kein Magnetfeld besitzt, können Sonnenwinde ungehindert die Atmosphäre abtragen.¹⁰

Zudem kann der Mars aufgrund seiner Masse nur eine sehr dünne Atmosphäre halten. Dadurch ist der Mars Druck um ein vielfaches geringer als auf der Erde. $6 \cdot 10^{-3}$ bar¹² entsprechen dem Druck auf der Erde in 35 km Höhe.

Bei einem so geringen Druck kann flüssiges Wasser nur in tiefen Ebenen vorkommen. Nur im festen Zustand ist es an der Oberfläche zu erkennen z.B. an den Polen oder im Hellas Planitia¹¹. Flüssiges Wasser würde auf höheren Ebenen, nach der Thermodynamik¹⁴ verdampfen. Zudem kann die Atmosphäre aufgrund ihrer Zusammensetzung nur wenig Wärmeenergie speichern, wodurch die Temperaturen auf dem Mars sehr gering sind.¹⁵

3.2 Klima

Die durchschnittliche Temperatur auf dem Mars liegt bei ca. -55°C. Im Sommer wird es auf dem Mars gerade 27°C warm. Im Winter sinken die Temperaturen auf ca. -133°C. Zudem kann sich die Temperatur an einem Tag um ca. 100°C ändern. Dadurch ist das Klima auf dem Mars sehr instabil.

Die Marsatmosphäre besteht zum Hauptteil aus Kohlenstoffdioxid (CO₂). Mit ca. 95% bildet es den Hauptbestandteil. Den nächst größeren Anteil bildet Stickstoff(N₂) mit ca. 3%. Danach folgt Argon mit ca. 1,6%. Der Anteil von Sauerstoff liegt unter 1%.¹⁶ Im Gegensatz dazu weist unsere Atmosphäre einen wesentlich erhöhten Anteil von Sauerstoff von ca. 21 % auf. Der Hauptbestandteil unserer Atmosphäre ist Stickstoff mit annähernd 78%. Der Anteil von CO₂ liegt bei unter 1%¹⁶. Bereits ein Anteil von 8% CO₂ in der Umgebungsluft ist für uns nach kurzer Zeit tödlich¹⁶.

¹⁰ a{{uy@µ, , , aNy(xnl nk lz^XZµXM^ynl | Zl yty{Zk µujMl Z{Zl ^| | X^k nl XZµXZx^k MµµMk nyuaMzZµ
¹¹ áÄÜÜÉ^P^ø^Ü\$Üá^UM^
¹² ž Zx%oZb{bz_y{Z^OxMZx^b | | yZxZk ^@| | Zl yty{Zk ^aAz_Z^äÜäY^k ^z | xVak ZyyZx^ÖYpÜÜ^i k ^
¹³ ŁZyWaxZb{^XM^GZxaRj{ | by^nl ^H MµyZx^tk ^Zy{Zl Sj, yyö Zl ^ | | X^ Mµ_sxk b Zl ^ | y{M^X^b ^ ^ UaRl ^ b i Zb^
%oxž b^a{Z^
¹⁴ a{{uy@µXZ^a, b^b^Zx^b^nx^µ, b^b^p^i {k nyuaö^t^pö^ ^ BxZ^XZy^1/2 Mµy
¹⁵ a{{uy@µ, , , aNy(xnl nk lz^XZµXM^ynl | Zl yty{Zk µujMl Z{Zl ^| | X^k nl XZµXZx^k MµµMk nyuaMzZµ
¹⁶ a{{uy@µ, , , ^VaZk lz^yVa | jZ^XZµOl n,) n, µ^ xMµk nyuaö Vpö MbxZ^
¹⁷ a{{uy@µ, , , ^, Zj{^XZµ, Mµ y^uxb {µM{b^jZÜPaÜäY^pµ 5Y^by{^ | ^ Zx^2 Zl yVaZl ^Zb Zl {j^b^a | | ^ b{b^1MÜZx^XnVa^1^ Z_M
axj^b^a^a{k j^

3.3 Wetter

3.3.1 Sandstürme

Jeder hat bereits von den Sandstürmen, den sog. Dust Devils auf dem Mars gehört. Sie jagen mit enormen Geschwindigkeiten über den Planeten.



Die Äolischen Stürme auf dem Mars sind ein faszinierendes Phänomen, das die dünnere Atmosphäre und die geringere Gravitation des Planeten auszunutzen vermag.

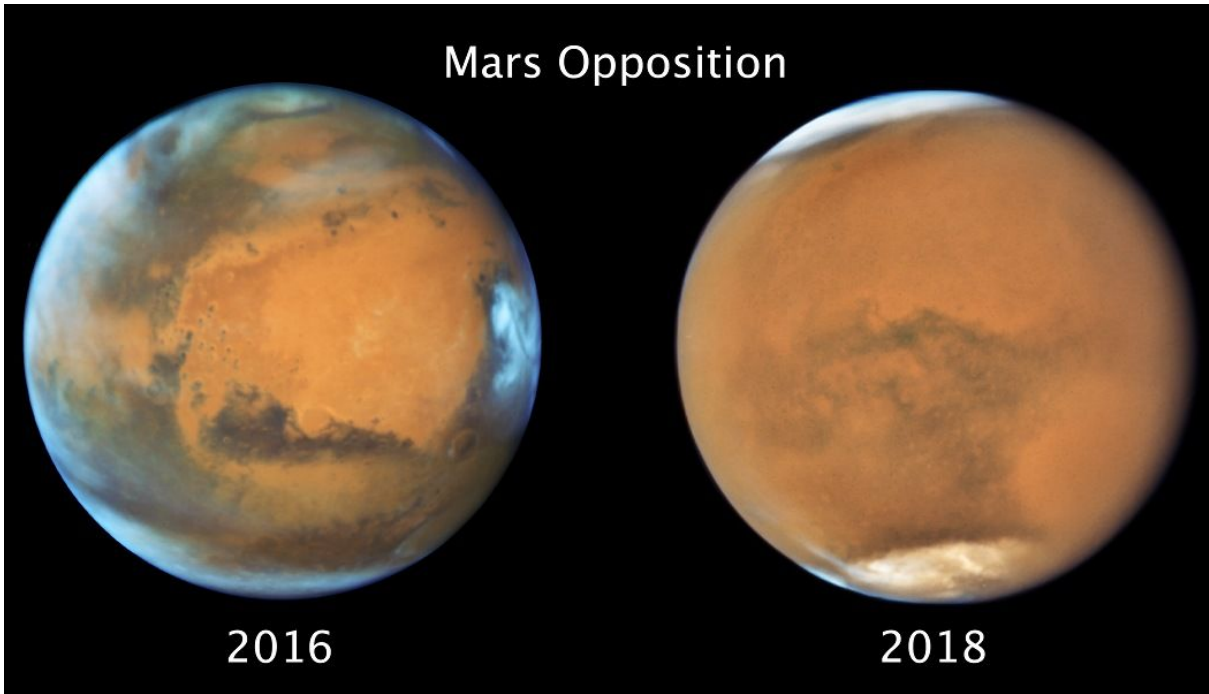
Sie können so groß werden, dass sie den gesamten Planeten einhüllen.

Der Grund für die Entstehung solcher Sandstürme liegt in der dünnen Atmosphäre und der geringen Gravitation. Ein aufgewirbeltes Sandkorn fliegt dadurch auf dem Mars 100 mal weiter als auf der Erde¹⁹. Es kann auf bis zu 100 km pro Stunde beschleunigen, was einer Windstärke von 10 auf der Erde entspräche, allerdings mit einer viel geringeren Intensität.²⁰ Zudem kommt es vor, dass solche Sandstürme den kompletten Planeten einhüllen. Dieses Phänomen tritt ca. alle 10 Jahre auf. In diesem Zeitraum dringt kein Sonnenlicht zur Marsoberfläche.

¹⁹

a{{uy@µ, , ^yulZ` Zj^XZµ, byZl yWaM[µ, Zj{NjµyVal ZjjZ^uM{b Zj^xM{yZj^| k `k My^yM Xy{| Zxk Z^ ZjnZy{^MääÜßP P^a{k j^

²⁰<https://www.scinexx.de/dossierartikel/die-staubstuerme/>



0bàÈJKÁ^ã^Áæã•c!{ ^Ç^&@DŠ^!Áæ•Á{ @||óç[]}Áã^{\ Áæã•c'!{ Çã|•DÁ

3.3.2 Schnee

Aufgrund des hohen CO₂ Anteils in der Atmosphäre können sich Kohlenstoffdioxid Wolken bilden. Zwar kann es aufgrund des Drucks nicht regnen, doch während des Marswinters, bei -133°C, kann es zu festem Kohlenstoffdioxid in Form von Schnee kommen.²¹ Bei niedrigen Temperaturen geht CO₂ zudem in einen festen Zustand über und kommt in Form von Trockeneis an den Polen, wie in Abbildung 17, und auf hohen Bergen vor. Dies führt zu einem Fluss entlang von Bergen am Mars, da beim Wiedererwärmen des Marses das Trockeneis den Berg hinab gleitet. Es löst sich und fällt dabei in die Täler, bevor sie wieder gänzlich zu CO₂ verdampfen²². Demnach kann es am Ende des Mars Winters zu Schnee kommen.

4. Voraussetzungen

Auch wenn scheinbar alle Faktoren gegen ein menschliches Überleben auf dem Mars sprechen, will man den Mars bevölkern. Der wirklich ausschlaggebende Faktor ist die relativ geringe Entfernung. Der Mars gehört zu den Planeten die wir, im Hinblick auf den Transport von Menschen, erreichen können. Ein Flug würde ca. 16 Monate²³ dauern. Das bedeutet, es ist schwer möglich, die Versorgung der Menschen auf dem Mars in Notsituationen sicherzustellen. Alles muss demnach von Anfang an für eine Mission verfügbar sein.

²¹ <https://www.wetter.de/cms/mars-der-rote-planet-2504635.html> "So ist das Wetter auf dem Mars" Absatz 4

²² a{{u@u , , ^fnji yy{Zxl , M{Z'Nk UZx' ^XZµb XZ..^uaupyzx/fb/Zµ| | yZx'ynl | Zl yty{Zk µk Mx'
⁴⁵ j vr u<luqppgp/uwto Qphq ly kg/rcpi g/f cwgtv gli gpvdej /gkp/hwi /| wo /o ctu/6698"

4.1 Faktoren

Es ist sehr wichtig, alle möglichen Szenarien zu bedenken und sich mit den gegebenen Faktoren auseinander zu setzen, da das Überleben der Astronauten unter allen möglichen Umständen gesichert werden muss.

4.1.1 Sauerstoff

Die Marsatmosphäre ist für den Menschen nicht atembar. Demnach muss man auf dem Mars Sauerstoff bereitstellen. Mit Hinblick auf die Atemluft ist es sehr wichtig, die Konzentration von Sauerstoff und weiteren Stoffen genau zu berechnen. Eine Sauerstofftoxikose²⁴, führt unter anderem zu Hirnschäden, welche sich tödlich auswirken können²⁵. Die Atemluft darf aber auch nicht mit zu wenig Sauerstoff angereichert sein, da eine Hypoxie zu Ohnmacht und Tod durch Erstickung führt²⁶. Die Atemluft sollte demnach eine nahezu identische Zusammensetzung haben wie auf der Erde, d.h. ca.78% Stickstoff und 21% Sauerstoff²⁷. "

4.1.2 Nahrung

Natürlich ist es sehr wichtig, die Astronauten auf dem Flug zum Mars zu versorgen. Dabei ist die Berechnung der Menge der Nahrung entscheidend, da die Nahrung nicht ausgehen darf. Die Versorgung muss für die Flugdauer und die Zeit nach Landung ausreichend, bis die ersten Nahrungspflanzen auf dem Mars gewachsen sind.

Ein Mensch braucht im Ruhezustand²⁸ ca.1500 kcal pro Tag²⁹. Doch ist es nötig, das der Körper in der Flugzeit Sport treibt, um der Muskelrückentwicklung und der Schwächung der Knochen entgegen zu wirken. Der Körper baut in der Schwerelosigkeit Muskeln und Mineralien aus den Knochen ab, besonders die Muskeln und Knochen, die für unsere Haltung zuständig sind. Zwar hat dies keine Auswirkungen auf den Astronauten während des Fluges, doch könnten dadurch Probleme auf dem Mars auftreten, da dort die Muskeln und Knochen wieder Gewicht tragen müssen³⁰. Demnach muss man regelmäßig Sport treiben, um dem Muskelabbau und der Knochenschwäche entgegen zu wirken. Dafür müsste man 2-3 Stunden intensiven Sport am Tag treiben. Dies erhöht jedoch den Tagesverbrauch an Lebensmitteln pro Tag. Der tägliche Sport kann jedoch vermieden werden. Auf der Iss trainieren die Astronauten 4 min ein Programm, das die Wirkung von 2-3 Stunden Training hat. Durch das Sportgerät Galileo kann man dies bewerkstelligen. Durch die Vibrationen werden die Muskeln und die Knochen strapaziert, ohne viel Energie zu verbrauchen. Demnach spart man Gewicht durch das Einsparen von Nahrungsmitteln und dem Abbau von Muskeln und Knochen wird entgegengewirkt³¹. Trotzdem ist es auch wichtig Nahrung, anbauen zu können. Demnach muss man auf die Mission nicht nur Nahrung, sondern auch Samen zur Landwirtschaft mitnehmen.

Á

⁴⁶ Ucwgtuqhlxgti kkwpi ""

⁴⁷ j wr u<1y y y Qy gnff gly kuwpuej chwctvleg: : ; 248IT gkpgt/Ucwgtuqhlh/uej cf gvJ gt| /wpf/J kpgQ vo n""

⁴⁸ j wr u<1f gQ knr gf kcQti ly knkl { r qz lga *O gf k lp+""

⁴⁹ j wr u<1y y y Qwdy Qlcf gp/y wgtvgo dgti (f glnhm| wuco o gpugv| wpi /f gt/nwh""

^{4:} Mglpg"n34r gtrkej gp"Cputgpi wpi ""

^{4:} j wr u<1y y y (f j cto c| gwkwiej g| gwkwpi (f glcwui cdg/28422; lpggti lqdgf cth/uq/xlgr/dtcvej v f gt/o gpuej l""

⁵² j wr u<1y y y Qy kuwp(f gly ctwo /uej y lpf gp/f kg/o wungp/ko /y gncm""

³¹

4.1.3 Landwirtschaft

Um über eine lange Zeitspanne hinweg zu überleben ist es wichtig Landwirtschaft zu betreiben, um die Versorgung mit Nahrung sicher zu stellen. Erst dann ist es überhaupt möglich einen Planeten zu kolonisieren. Jedoch ist die Landwirtschaft auf dem Mars nicht ohne weiteres möglich, da zum einen durch die tiefen Temperaturen die Pflanzen sofort einfrieren würden³², dem Boden wichtige Mineralien für das Pflanzenwachstum fehlen, da der Boden zum größten Teil nur aus Silikaten besteht und dadurch die Hauptbestandteile des Pflanzenwachstums, Stickstoff und Phosphor fehlen.³³ Zudem würde den Pflanzen flüssiges Wasser fehlen, damit sie Photosynthese betreiben können³⁴.

Demgegenüber steht, dass die Umstände kontrollierbarer sind als auf der Erde. Es ist anzunehmen, dass nach schwierigem Beginn der Ernte-Ertrag von Zyklus zu Zyklus sich steigert.

4.1.3 Wasser

Genau wie die Bereitstellung von Nahrung ist die Versorgung von Wasser essentiell. Ein Mensch braucht pro Tag ca. 3 Liter Trinkwasser. Das macht auf eine 16 Monate Mission einen Wasserverbrauch von ca. 1488 Liter pro Person³⁵. Zudem brauchen wir auf der Erde Wasser zum Waschen, Kochen und um die Toilettenspülung zu bedienen. Nach heutigem Standard³⁶ verbraucht eine Person 127 Liter am Tag³⁷. Das hochgerechnet bedeutet pro Person 62992 Liter³⁸. Demnach muss auch der Wasserverbrauch gesenkt werden. Wasser zum Kochen entfällt, da man Nahrung bereits in fertiger Form mitnehmen kann. Zudem kann man auf tägliches Duschen verzichten, und es reicht einfaches waschen mit Tüchern. Dadurch spart man das Wasser zum Kochen und Waschen. Außerdem verliert man durch Ausscheidungen Wasser.

4.1.4 Strahlung

Aufgrund des fehlenden Magnetfeldes ist der Mars schutzlos gegen kosmische Strahlung. Für den Menschen wäre ein längerer Aufenthalt demnach gesundheitsschädigend bis hin zu tödlich. Eine große Gefahr geht hierbei von den Sonnenstürmen aus.³⁹

³² siehe Atmosphäre → Klima

³³ <https://www.gartengnom.net/naehrstoffe-fuer-pflanzen/>

³⁴ <https://de.wikipedia.org/wiki/Photosynthese>

³⁵ 16 Monate sind 496 Tage → mal 3 Liter.

³⁶ Wasseraufbereitungstechnik etc.

³⁷

<https://www.ea-tut.de/wp-content/uploads/2015/09/Durchschnittlicher-Wasserverbrauch-eines-Haushalts-in-Deutschland.pdf>

³⁸ 496 Tage mal 127 Liter

³⁹ <https://de.wikipedia.org/wiki/Marskolonisation#Strahlung>

4.2 Technik

F kg'T gkg'| wo 'O ctu.'uqy kg'ugkpg'Dgukgf nypi . 'uvgm'gkpg'J gtcwuhqtf gt wpi 'f c0F go 'O ctu' hgj ngp'y lej ki g'Gli gpuej chngp'hAt'o gpuej nej gu'©dgtngdgp'wpf 'gkp'o $\frac{3}{4}$ nej gu'Ngdgp.'y kg'y k' gu'cwhf gt'Gtf g'ngppgp0F go pcej 'o wuu'o cp'Hcmqtgp'cpr cuugp.'wo 'l w'Ädgtngdgp0'

4.2.1 Lebenserhaltung

Um die Reise zum Mars zu beschreiten, ist es wichtig, dass die Voraussetzungen für menschliches Überleben bereitgestellt sind. Zudem werden bereitgestellte Ressourcen nicht komplett vom Körper verbraucht, z.B wird Wasser vom Körper ausgeschieden um Giftstoffe aus dem Körper zu entfernen. Dieses Wasser bleibt ungenutzt und geht verloren. Auch verbraucht der Körper Sauerstoff. Um Wasser zu sparen und die Masse an Sauerstoffflaschen zu verringern, werden die Astronauten auf ein erneuerbares Lebenserhaltungssystem angewiesen sein. Dieses ermöglicht eine gleichmäßige Verteilung von Luft, das Erzeugen von Sauerstoff durch die Elektrolyse von Wasser und das Aufbereiten von Abfällen zu nutzbarem Wasser. Durch das Aufbereiten von Urin durch oxidieren, verliert der Urin seine Schadstoffe. Der Wasserdampf kondensiert am Ende und steht wieder zur Verfügung z.B als Trinkwasser oder zur Sauerstoffgewinnung. Bei der Elektrolyse wird Wasser mittels Strom in Wasserstoff und Sauerstoff gespalten. Durch diese Art der Lebenserhaltung werden Ressourcen gespart und wiederverwertbar. Zudem sorgt es für eine passende Luftfeuchtigkeit. Eine zu hohe führt zu Elektronikschäden, eine zu niedrige stört Funkverbindungen⁴⁰

4.2.2 Raketentechnik

Mit Hilfe einer Rakete muss der Mensch in der Lage sein, unseren Planeten zu verlassen, das All zu passieren und sicher auf dem Mars zu landen. Die Reise zum Mars wäre die bislang längste bemannte Raumfahrt der Menschheit. Dabei muss die Rakete sowohl Menschen, Nahrung, Wasser, Lebenserhaltungssysteme etc. transportieren. Dafür braucht die Rakete genug Treibstoff. Je nach Missionsplanung muss dieses Raketensystem auch den Rückflug gewährleisten.

4.2.3 Energiegewinnung

Um die Versorgung mit Energie sicherzustellen benötigt es eine zuverlässige Quelle. Eine Versorgung auf Basis von fossilen Rohstoffen ist unwahrscheinlich, da es bislang keine Entdeckungen gab, die auf Kohle oder Öl schließen lässt. Eine andere Möglichkeit wäre die Versorgung durch Solarenergie.

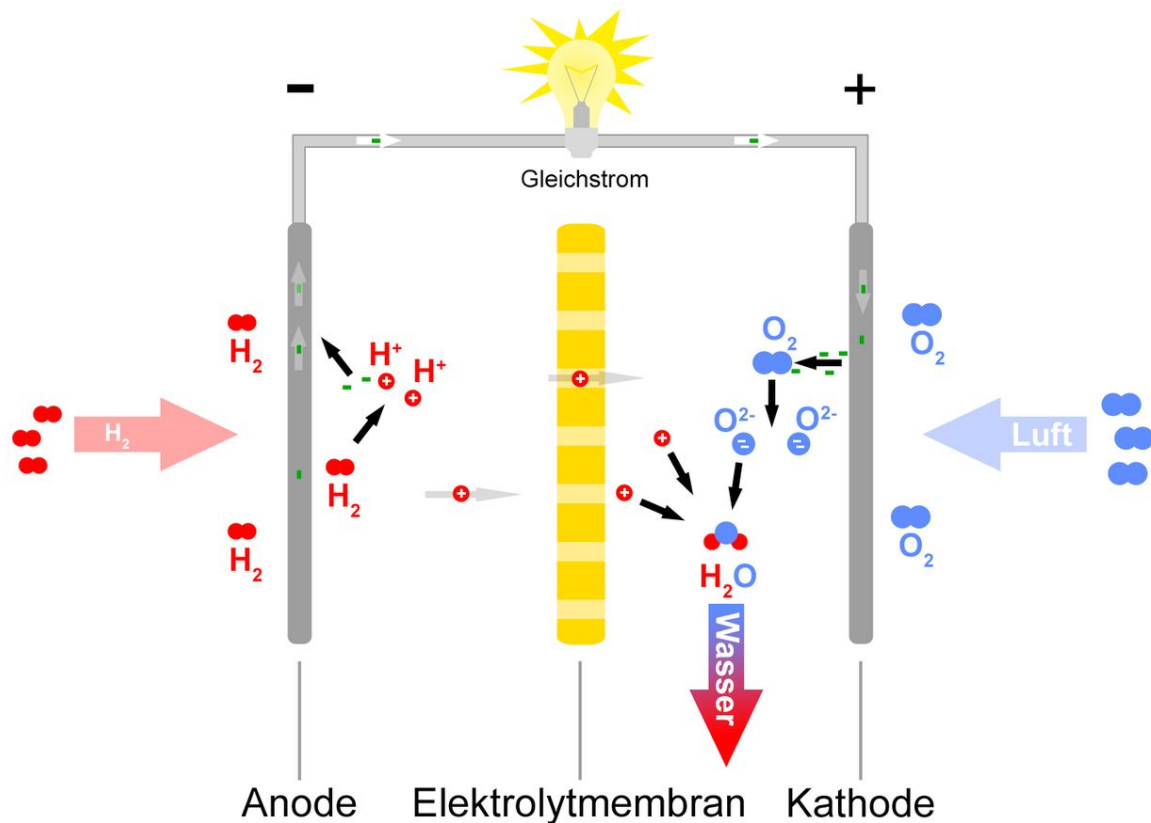
⁴⁰ <https://de.wikipedia.org/wiki/Lebenserhaltungssystem>



Öa à È€ÁÚ [æ] |ææ} ÁÁ

Diese wäre zwar unerschöpflich aber teilweise durch Dust Devils⁴¹ und die größere Entfernung zwischen Sonne und Mars als zwischen Sonne und Erde, unzuverlässig bzw. geringer. Demnach musste man die Solarenergie unterstützen, z.B durch Wasserstoff-Brennstoffzellen.

⁴¹ 3.3.1 Sandstürme



Das ist eine unendliche Reaktion, soweit Sauerstoff durch die Elektrolyse von Wasser bereitgestellt wird, welche durch die Lebenserhaltung sichergestellt wird.⁴²

Für diese werden Wasser- und Sauerstoff benötigt. Da das Wasser nicht verbraucht wird ist dies eine unendliche Reaktion, soweit Sauerstoff durch die Elektrolyse von Wasser bereitgestellt wird, welche durch die Lebenserhaltung sichergestellt wird.⁴²

4.2.4 Raumanzüge

Aufgrund des geringen Drucks, den geringen Temperaturen, des giftigen CO₂ und fehlendem Sauerstoff ist ein Mensch auf dem Mars außerhalb eines Konstrukts an einen Raumanzug gebunden. Dieser muss über eine ausreichende Isolierung und eine Klimaanlage verfügen, damit der Mensch die extremen Temperaturen aushalten kann.⁴³ Zudem muss dieser einen erdähnlichen Druck halten, damit das Wasser im Blut nicht verdampft.⁴⁴ Außerdem braucht dieser einen integrierten Sauerstofftank⁴⁵ oder ein Lebenserhaltungssystem konzipiert für die Herstellung von Sauerstoff.⁴⁶

⁴² 5.1 Lebenserhaltung

⁴³ 3.2 Klima

⁴⁴ 3.1 Druck

⁴⁵ 4.2.1 Sauerstoff

⁴⁶ 5.1 Lebenserhaltung

5 Kolonisierung

Zwar sprechen viele Faktoren gegen die Besiedlung des Marses, doch ist dies technisch möglich. Es ist zwar nicht absehbar, wie die Kolonisation des Marses in der Zukunft aussieht, doch kann man bereits eine Möglichkeit in betracht ziehen.

Unter allen Umständen müsste auf dem Mars eine Art Basis und ein Bunker vorhanden sein, welche mit Hilfe von Robotertechnik aufgebaut werden. Diese Basis könnte in Form eines Containers vorliegen. Ein nach außen abgeschirmter Bereich mit einem Lebenserhaltungssystem und Vorräten, der genügend Komfort(Betten, Schränke, Licht etc) bietet, um eine gewisse Dauer auf dem Mars zu überleben. Der Container gewährt Schutz vor enormen Temperaturen und sorgt für einen Erdähnlichen Druck und atembare Luft. Dieser bietet jedoch nur wenig Schutz gegenüber kosmischer Strahlung. Da aber z.B Sonnenstürme nur temporär sind, könnte man diese durch einen unterirdischen Bunker absitzen. Dieser Bunker sollte auf kurzer Sicht nur für Schutz genutzt werden, da ein Bau eines Bunkersystem zu Zeit- und Kostenaufwendig wäre, da man die Versorgung des Bohrers und den Bausystemen sicherstellen müsste.

Wenn Menschen auf dem Planeten landen, brauchen sie neben einer provisorischen Unterkunft und Schutzbunker ein Kommunikationssystem und Baustoffe, um langfristig auf dem Mars zu überleben. Durch das Kommunikationssystem bleiben die Menschen auf dem Mars mit denen auf der Erde in Kontakt. Zwar dauert eine Reise nach Abschluss aller Vorbereitungen 16 Monate, doch sind die Menschen auf dem Mars nicht komplett auf sich allein gestellt. Somit bleibt der Kontakt zwischen Mars und Erde bestehen.

Die Baustoffe werden für den Aufbau eines langfristigen Wohnkomplex, den Aufbau einer Agrikultur und einer Energieversorgung benötigt. Möglich wäre das Konstrukt der Kuppel als Wohnkomplex. Beim füllen der Kuppel mit Luft, verteilt sich der Druck gleichmäßig und man braucht keine verfestigende Stahlkonstruktionen, um das Gas ohne die Gefahr einer Explosion zu halten, welche entstehen würde, wenn sich der Außen- und Innendruck schlagartig austauschen könnten. Durch eine Kuppel kann man einen großen und lebensfreundlichen Bereich auf dem Mars schaffen. Für die Agrikultur erschafft man einen gleichen Komplex, da die Pflanzen auf dieselben Faktoren angewiesen sind wie der Mensch. Die fehlenden Stoffe im Boden kommen dabei aus den menschlichen Exkrementen. Um den belastenden Geruchsfaktor zu minimieren, sollten es demnach zwei abgetrennte Bereiche innerhalb eines Wohnkomplexes oder einen Wohn- und einen Agrikultur-Komplex geben. Das Wasser für die Fotosynthese und der Sauerstoff für die Zellatmung stammt dabei aus den recycelnden Lebenserhaltungssystemen, also den menschlichen Abfällen. Damit ist eine langfristige Besiedlung gesichert. Dennoch wird eine Ressource für pflanzliche als auch für menschliche Lebenserhaltung benötigt, das mit der Zeit verbraucht wird. Das Aufbrauchen von Wasser wäre katastrophal. Demnach müsste man nach ionisiertem Wasser im Mars- Inneren bohren, nach gefrorenen Wasser auf Bergen oder den Polkappen suchen oder auf eine Wasserversorgung von der Erde angewiesen sein. Dies würde Bedeuten, dass die Kolonisation auf dem Mars von Hilfslieferungen von der Erde abhängig wäre.

Zusammengefasst wäre die Kolonisation des Marses bereits möglich, aber sehr aufwendig. Zudem wäre die aufgebaute Kolonie nicht unabhängig. Dies bedeutet zyklische Lieferungen von der Erde zum Mars, was sich auf längerer Sicht nicht rentieren würde.

Dieses Resultat basiert auf den Erkenntnissen dieser Arbeit.

6 Literaturverzeichnis

Monde:

<https://astrokramkiste.de/mars-monde>

<https://astrokramkiste.de/erdmond>

Wichtige Daten:

[https://de.wikipedia.org/wiki/Mars_\(Planet\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Mars_(Planet))

Zusammensetzung:

<https://astrokramkiste.de/mars>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Marsgestein>

Druck:

[a{{uy@u, , , ^Wf{xnl nk bZ^aXZpXMy^ynl I Zl yty{Zk uujMIZ{ZI 1| I X'k nl XZpXZx'k MyuMk nyuaMZXZu' a{{uy@uXZ^a, b bZXb^hx^u, b b^ f k nyuaô f Pô ° BxZ^XZY1/2 My](#)

Klima:

[a{{uy@u, , , ^Wf{xnl nk bZ^aXZpXMy^ynl I Zl yty{Zk uujMIZ{ZI 1| I X'k nl XZpXZx'k MyuMk nyuaMZXZu' a{{uy@u, , , ^VaZk bZ^yVa| jZ^aXZpOl n, \) n, u" xXMk nyuaô Vpô MbxZ'](#)

[a{{uy@u, , , ^a, Zj^aXZu, M^ y^uxb {uM{bMjZÜpaÜäYpuf 5Y^by^1 | Zx^2 Zl yVaZl ^Zb Zl {jbVa^1| I ^ b{b ^MÜZx^X nVa^ Z M^axjba^af'](#)

Sandstürme:

[a{{uy@u, , , ^yulZ^ Zj^aXZu, byZl yVaM{u, Zj{Nj^yVal ZjjZ^uM{b Zj^xM{yZj^1| k ^k M^y^M^Xy{| Zxk Z^ ZjnZy {^MaaÜBbPa{k j''](#)

<https://www.scinexx.de/dossierartikel/die-staubstuerme/>

Schnee:

<https://www.wetter.de/cms/mars-der-rote-planet-2504635.html> "So ist das Wetter auf dem Mars" Absatz 4

[a{{u@u, , , ^fnji yy{Zxl , M{Z^Mk UZx^ aXZpXZ. auauyZx^föZu| I yZx^ynl I Zl yty{Zk uk My'](#)

Voraussetzungen:

[j wr u<1uqppgp/uwto Qphq ly kg/rcpi g/f cwgtv/gki gpvrlej /gkp/hwi /| wo /o ctu/6698'''](#)

"

Ucwg tuqlh<'

[j wr u<1y y y Qy gnff gly kuugpuej chwctveng: : ; 248ff gkpgt/Ucwg tuqlh/uej cf gvJ gt| /wpf/J ktpQ wo n'''](#)

[j wr u<1f gQy knkr gf kcQtI ly knkJ { r qz kga^*O gf k kp+'''](#)

[j wr u<1y y y Qwdy Qlcf gp/y wgtwgo dgti ff ghmhm| wuco o gpugv wpi /f gt/nwh'''](#)

"

Pcj twpi <'

[j wr u<1y y y Qj cto c| gwkuiej g| gkwpi ff gkwai cdg/28422; lgpgti kgdgc th/ug/xlgn/dtcwej vf gt/o gpuej I'''](#)

[j wr u<1y y y Qy kuugpff gly ctwo /uej y kpf gp/f kg/o wungp/ko /y gncm'''](#)

<https://www.galileo-training.com/de-deutsch/produkte/galileo-trainingsgeraete/grundlagen-vibrationstraining.html>

"

Nepf y k uej ch<'

<https://www.gartengnom.net/naehrstoffe-fuer-pflanzen/>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Photosynthese>

"

Y cuqt <'

<https://www.ea-tut.de/wp-content/uploads/2015/09/Durchschnittlicher-Wasserverbrauch-eines-Haushalts-in-Deutschland.pdf>

Ut c j npi <'

<https://de.wikipedia.org/wiki/Marskolonisation#Strahlung>

Ngdgpugt j cnwpi <'

<https://de.wikipedia.org/wiki/Lebenserhaltungssystem>

"

.

.

7 Abbildungsverzeichnis

Deckblatt:

<https://www.swr.de/swr2/wissen/one-way-ticket-zum-mars/-/id=661224/did=11232828/nid=661224/1dxprj/index.html>

Abb.1-14:

Screenshots aus Giotto

Abb.15:

http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2002/01/The_giant_Stickney_crater_on_Phobos_is_clearly_visible_on_this_Viking_image

Abb.16:

https://www.esa.int/spaceinimages/Images/2001/07/The_Valles_Marineris_hemisphere_of_Mars

Abb.17:

https://www.esa.int/spaceinimages/Images/2015/02/Cappuccino_swirls_at_Mars_south_pole

Abb.18:

https://www.nasa.gov/vision/universe/solarsystem/2005_dust_devil.html

Abb.19:

<https://www.astro.cz/apod/ap180727.html>

Abb:10

<https://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/energie-solarenergie-waechst-weltweit-am-schnellsten-a-1171236.html>

Abb 21:

https://de.wikipedia.org/wiki/Brennstoffzelle#/media/File:Brennstoffzelle_funktionsprinzip.png

8 Abschlusserklärung

Hiermit versichere ich, dass ich diese Arbeit selbständig angefertigt habe und alle angegebenen Quellen und Hilfsmittel kenntlich gemacht habe.

Florian Weise 29.05.2018